

RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Le tri de cartes

Fastrez, Pierre; Campion, Baptiste; Collard, Anne-Sophie

Published in:
Document numérique

DOI:
[10.3166/DN.12.2.23-45](https://doi.org/10.3166/DN.12.2.23-45)

Publication date:
2009

Document Version
le PDF de l'éditeur

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (HARVARD):

Fastrez, P, Campion, B & Collard, A-S 2009, 'Le tri de cartes: Une méthode d'investigation des catégories mentales au service de l'architecture de l'information', *Document numérique*, VOL. 12, Numéro 2, p. 23-45.
<https://doi.org/10.3166/DN.12.2.23-45>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LE TRI DE CARTES

Une méthode d'investigation des catégories mentales au service de l'architecture de l'information

Pierre Fastrez *et al.*

Lavoisier | *Document numérique*

2009/2 - Vol. 12
pages 23 à 45

ISSN 1279-5127

Article disponible en ligne à l'adresse:

<http://www.cairn.info/revue-document-numerique-2009-2-page-23.htm>

Pour citer cet article :

Fastrez Pierre *et al.*, « Le tri de cartes » Une méthode d'investigation des catégories mentales au service de l'architecture de l'information,
Document numérique, 2009/2 Vol. 12, p. 23-45.

Distribution électronique Cairn.info pour Lavoisier.

© Lavoisier. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Le tri de cartes

Une méthode d'investigation des catégories mentales au service de l'architecture de l'information

Pierre Fastrez — Baptiste Campion — Anne-Sophie Collard

Groupe de recherche en médiation des savoirs (GReMS)

Département de Communication

Université catholique de Louvain

Ruelle de la Lanterne Magique, 14

B1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

{Pierre.Fastrez, Baptiste.Campion, Anne-Sophie.Collard}@uclouvain.be

RÉSUMÉ. *La présente contribution entend proposer une présentation des alternatives possibles concernant l'utilisation des épreuves de tri de cartes dans un contexte de conception de systèmes interactifs ou de documents numériques. Notre présentation suit le déroulement d'une série de tests que nous avons réalisés afin de guider la définition de l'architecture d'information du site web d'un département universitaire. Au-delà de l'état de la littérature, l'objectif est de proposer, au départ de cette expérience empirique, une méthode de recueil, d'analyse et d'interprétation des résultats d'épreuves de tri de cartes située dans le paysage des pratiques existantes, combinant analyses qualitative et quantitative des données recueillies, dans le but de mieux cibler les représentations des usagers.*

ABSTRACT. *This paper reviews the alternative uses of card sorting in the context of interactive system and digital document design. Our presentation will follow a series of tests, from data collection to interpretation, completed to inform the definition of the information architecture of a university department website. Beyond the state of the literature, our goal is, based on this empirical investigation, to introduce a method for the collection, analysis and interpretation of card sorting data, situated in the landscape of existing practices, combining qualitative and quantitative analysis in order to better target the users' representations.*

MOTS-CLÉS : *tri de cartes, catégories mentales, conception, méthodologie, qualitatif, quantitatif, systèmes interactifs, documents numériques*

KEYWORDS: *card sorting, mental categories, design, methodology, qualitative, quantitative, interactive systems, digital documents*

DOI:10.3166/DN.12.2.23-45 © 2009 Lavoisier, Paris

1. Introduction

La grande difficulté liée à la conception de systèmes d'information tels que des sites internet tient au fait que, la plupart du temps, les personnes qui les conçoivent et celles qui auront à les utiliser ont des représentations mentales différentes quant à leurs contenus (Zimmerman et Akerelrea, 2002). La difficulté du concepteur à organiser les contenus provient d'un manque de connaissances quant à la manière dont les utilisateurs réels feront usage de l'information (Robertson, 2001). Il est donc nécessaire pour le concepteur de pouvoir disposer de connaissances relatives à la manière dont ses utilisateurs se représentent le domaine dont traite le système à concevoir, de sorte à les prendre en compte dans l'architecture de l'information.

Les méthodes du tri de cartes (*card sorting*) peuvent contribuer à la résolution de ce problème. Ces méthodes consistent à faire trier par des participants des cartes représentant les unités d'information du domaine dont traitera le système d'information, et à analyser les regroupements et distinctions effectués (les tris). Ces méthodes peuvent donc aider les praticiens à comprendre les « modèles mentaux » des utilisateurs et fournir un aperçu de la manière dont les utilisateurs regrouperaient les contenus pour accomplir des tâches communes (Hannah, 2005 ; Spencer, 2009).

La présente contribution, de portée essentiellement méthodologique, entend proposer une présentation des alternatives possibles concernant l'utilisation des épreuves de tri de cartes dans un contexte de conception de systèmes interactifs ou de documents numériques. Notre présentation suivra le déroulement d'une série de tests que nous avons réalisés afin de guider la définition de l'architecture d'information du site web d'un département universitaire¹. Au-delà de l'état de la littérature, l'objectif sera de proposer, au départ de cette expérience empirique, une méthode de recueil, d'analyse et d'interprétation des résultats d'épreuves de tri de cartes située dans le paysage des pratiques existantes, combinant analyses qualitative et quantitative des données recueillies, dans le but de mieux cibler les représentations des usagers.

2. Contexte

Les méthodes d'analyse de tri de cartes cherchent à mettre en évidence des éléments relatifs aux catégorisations établies par les sujets en tant qu'elles servent d'indicateurs des représentations mentales de ceux-ci à propos du domaine sur lequel porte le tri de cartes. Ces méthodes reposent sur le présupposé qu'une partie importante des connaissances des individus se trouve dans les catégories qu'ils utilisent (Rugg et McGeorge, 2005, p. 94), ainsi que sur l'idée que la manière dont

1. Le site n'a toutefois pu être conçu sur la base de cette investigation pour des raisons institutionnelles externes, empêchant une véritable validation des conclusions tirées de l'analyse.

les participants définissent extérieurement des catégories reflète leurs représentations mentales de ces concepts. C'est à ce titre que Bisseret *et al.* (1999) classent les méthodes de tri dans les techniques permettant de provoquer des observables pour mettre au jour les activités cognitives humaines, en particulier pour éliciter l'organisation des catégories mentales des experts d'un domaine donné.

2.1. De la diversité des approches

Au-delà de ces présupposés communs, il est nécessaire de parler *des* méthodes d'analyse de tri de cartes, dans la mesure où ce terme regroupe un ensemble de méthodes, avec des objectifs et des *modus operandi* particuliers, utilisées dans différents domaines. Ce point vise à cerner les grands types d'usages de ces méthodologies, relevés dans la littérature.

En *psychologie cognitive*, le tri de cartes est utilisé dans différentes batteries de tests² visant à évaluer la capacité de sujets (le plus souvent des enfants ou des adultes victimes de dommages cérébraux) à manipuler des catégories mentales, à trier des items suivant un critère défini quand plusieurs clés de tri sont possibles, ou à combiner plusieurs critères incompatibles. Ce sont les capacités cognitives des sujets qui sont ici au centre de l'attention, les résultats de ces tests donnant des indications sur le processus de formation des concepts.

En *ingénierie de la connaissance* et en *pédagogie*, les méthodes de tri de cartes sont utilisées afin d'objectiver la capacité des individus à structurer un domaine de connaissances donné (McCauley, Murphy, Haller, et Zander, 2005). Dans cette perspective, il s'agit principalement de décrire la complexité des catégories des sujets, souvent en comparant ou distinguant différentes sous-populations (novices *vs.* experts, hommes *vs.* femmes, étudiants *vs.* enseignants, etc.). Le *contenu* des catégories n'est pas étudié dans cette approche, qui se focalise sur le degré de complexité des tris, ou sur leur similarité. Cet usage du tri de cartes permet également d'évaluer l'évolution de la capacité des sujets à structurer le domaine de connaissances concerné au cours d'un parcours de formation (McCauley *et al.*, 2005).

Dans le domaine de la *conception des systèmes interactifs et des documents numériques*, l'objectif poursuivi par la mise en œuvre d'épreuves de tri de cartes est de renseigner les concepteurs sur la façon dont les futurs usagers du système ou du document structurent mentalement le domaine de connaissance que celui-ci couvrira. En révélant les logiques de catégorisation à l'œuvre chez les sujets interrogés, les tris de cartes doivent aider le concepteur à structurer le système d'une façon cohérente avec la façon dont ces sujets pensent le domaine concerné. Dans un contexte de conception d'interfaces-utilisateurs, ces méthodes peuvent également être utilisées

2. Notamment le *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST), le *Modified Card Sorting Test* (MCST), le *California Card Sorting Test* (CCST) ou le *Dimensional Change Card Sorting Task* (DCCST).

pour identifier les concepts d'activités auxquels se réfèrent les usagers. Sebillotte (1990) les utilise notamment pour améliorer la manière dont les commandes sont désignées dans les interfaces d'appareils domestiques.

Dans certains cas, ces méthodologies sont employées dans le but d'objectiver la manière dont les experts d'un domaine structurent leurs connaissances, en vue de proposer des systèmes d'information les plus adaptés possible à ces publics très particuliers (par exemple de la documentation de maintenance). Cette connaissance est supposée être organisée hiérarchiquement et, surtout, l'expert interrogé est supposé connaître tous les items de la hiérarchie. Plus souvent, les systèmes d'information conçus sont destinés au « grand public », comme les sites internet, dont les sujets ne connaissent pas nécessairement les items (ou l'ensemble des items) faisant l'objet de la session de tri de cartes.

Dans le cadre de l'étude que nous avons menée et qui est détaillée ci-après, c'est bien à cette seconde catégorie d'usage de ces méthodes que nous nous rattachons : la liste des items était préalablement inconnue des participants (bien qu'ils savaient qu'une partie de cette information existait, et étaient capables de dire à quoi se référaient les intitulés des cartes) qui n'auraient pu générer une hiérarchie d'un domaine de connaissance qu'ils ne maîtrisaient pas préalablement.

En fonction du projet de conception particulier dans le cadre duquel elles sont mises en œuvre, les méthodes de tri de cartes seront utilisées pour :

- mettre en évidence la structure conceptuelle de la connaissance des sujets à propos du domaine d'information sur lequel porte le tri ;
- identifier les catégories pertinentes établies par les sujets ;
- déterminer ce que chaque catégorie signifie pour les sujets, en analysant quels items sont placés dans chaque catégorie ;
- définir les points communs et différences entre sujets dans l'utilisation d'une catégorisation donnée ;
- établir quelle règle prime sur quelle autre dans les catégorisations des sujets.

2.2. Utilité du tri de cartes pour la conception

Comme l'a montré Hannah (2005) dans sa méta-analyse des publications relatives aux méthodes de tris de cartes pour la conception de systèmes d'information, bien que largement utilisées et documentées dans de nombreux ouvrages consacrés à la conception ergonomique des sites web (e.g. Boucher, 2007 ; Brinck, Gergle, et S. D. Wood, 2001 ; Pearrow, 2006 ; Van Duyne, Landay, et Hong, 2007), on relève en réalité peu de travaux scientifiques systématiques à leur sujet, l'approche la plus commune dans la littérature scientifique étant celle (évoquée précédemment) de l'ingénierie des connaissances (Deibel, Richard Anderson, et

Ruth Anderson, 2005 ; Fossum et Haller, 2005 ; McCauley *et al.*, 2005 ; Rugg et McGeorge, 2005 ; Sanders *et al.*, 2005).

La littérature basée sur l'expérience empirique des praticiens met souvent en avant les avantages pratiques de ces méthodes : elles sont bon marché, rapides, faciles à mettre en œuvre, fiables, évitent de se fier aux seules opinions des utilisateurs et se centrent sur leur comportement (Hannah, 2005). Maurer et Warfel (2004) précisent en outre qu'elles sont utilisées depuis des années et fournissent de bonnes bases à la conception.

Gerrard et Dickinson (2005), qui ont utilisé le tri de cartes pour étudier les signaux sociaux communiqués par l'habillement, soulignent qu'il s'agit d'une méthode bien établie, pouvant être utilisée pour étudier les catégorisations d'entités élaborées par les sujets en utilisant leurs propres mots, mais dans un cadre qui permet en même temps une comparaison relativement simple des résultats entre sujets. Martine et Rugg (2005) mettent en avant un avantage semblable dans leur étude visant à mesurer, par cette méthode, la similarité de produits visuels comme des pages web : la méthode est basée sur les perceptions individuelles des répondants et non sur des attributs choisis par le chercheur ; elle rend en outre possible l'identification de résultats pour de grands ensembles de répondants sans avoir à coder ou modifier leur réponse originelle. Un avantage supplémentaire de ces méthodes est leur pouvoir de surprise : les catégories utilisées par les sujets pour structurer le domaine couvert par les cartes peuvent se révéler complètement inattendues pour le chercheur (Gerrard et Dickinson, 2005).

Symétriquement, Maurer et Warfel (2004) mettent en avant différents désavantages de ces méthodes parmi lesquels l'absence de prise en considération de la tâche de l'utilisateur (pouvant mener celui-ci à classer l'information sur la base de caractéristiques de surface indépendantes de la façon dont il l'utiliserait en contexte), une certaine variabilité dans les résultats, et une analyse pouvant parfois s'avérer chronophage.

3. Recueil des données

La méthode que nous allons présenter a été développée à l'occasion d'un travail empirique de réflexion sur la structure à donner au site web d'un département universitaire. Les sessions de tris de cartes ont été organisées dans le cadre d'un travail de révision du site web de ce département, dont la version initiale avait été élaborée plusieurs années auparavant, et par conséquent avait perdu de sa cohérence du fait de l'ajout de contenus dont la place n'avait pas été prévue dans la maquette originale.

Le cahier des charges imposait l'élaboration d'un site à destination de publics extérieurs (futurs étudiants, chercheurs, partenaires potentiels...) sur les activités de recherche, d'enseignement et de service menées au sein du département, mais

également à destination de publics internes (étudiants inscrits dans le département, personnel) comme outil d'information, de communication interne et de gestion.

3.1. Constitution de l'échantillon et nombre de sujets

Le nombre de tris nécessaires pour obtenir des résultats valides fait l'objet d'approches parfois contradictoires. Dans sa vaste revue de la littérature, Hannah, déjà cité, souligne qu'aucun des travaux pris en considération ne mentionne de critère pour déterminer le nombre de participants nécessaires à une telle expérience (Hannah, 2005, p. 56). La détermination du nombre de participants semble le plus souvent empirique. Dans un article sur les méthodes de « free-listing », Sinha (2003) souligne que le nombre de participants nécessaires est très variable dans la mesure où plus il y a de consensus sur un domaine donné, moins il est nécessaire d'avoir recours à un nombre important de sujets pour obtenir des données valides.

Des évaluations quantitatives ont cependant été menées. Ainsi, Tullis et Wood (2004) ont constitué un ensemble de 168 tris différents d'une série de cartes donnée, au sein duquel ils ont procédé au tirage aléatoire d'échantillons de 8, 12, 15, 20, 30, 40, 50, 60 et 70 tris (10 échantillons pour chaque taille). Ils ont ensuite comparé la similarité moyenne entre les échantillons et l'ensemble de la population pour chaque taille d'échantillon. Leurs résultats montrent que des échantillons de 20 tris (ou plus) ont une corrélation avec l'ensemble de la population supérieure à 0,92. Ils recommandent donc de mener les tests sur des échantillons de 20 ou 30 sujets. Se basant sur la même étude, Nielsen (2004) recommande, lui, un minimum de 15 sujets pour garantir une corrélation supérieure à 0,9 entre l'échantillon et la population de référence.

Dans le cadre de notre étude, des sessions de tris de cartes ont donc été organisées avec 36 sujets, appartenant à trois catégories d'utilisateurs du site définies *a priori* (des futurs étudiants, des étudiants, des membres du personnel universitaire – académique, scientifique et administratif). Chacune de ces catégories de public comptait 12 sujets. L'objectif initial était de rassembler un échantillon de 15 sujets pour chaque catégorie d'usager, ce qui s'est avéré impossible pour des raisons logistiques. Toutefois, on soulignera, en référence aux recommandations de Sinha, que la probabilité que le consensus soit assez fort au sein de chacune de ces catégories est assez importante, étant donné qu'au sein d'une catégorie donnée, les sujets sont fortement susceptibles, par un certain « formatage institutionnel », d'avoir les mêmes besoins et représentations relativement au département universitaire.

Les étudiants et futurs étudiants ont reçu pour leur participation un bon d'achat de livres de 12,5 €. Les membres du personnel ont participé gratuitement à l'expérience.

3.2. Consignes et déroulement des sessions

3.2.1. Les cartes à trier

Chaque épreuve de tri a porté sur un jeu de 121 cartes reprenant en titre l'ensemble des informations que le département souhaitait publier sur son site, allant de l'information sur les programmes d'étude aux publications de recherche, en passant par les informations pratiques d'accès au bâtiment du département, ou relatives aux horaires des cours et examens.

Le nombre de cartes à traiter par les sujets durant notre expérience est légèrement supérieur à ce qui est généralement proposé dans la littérature (de 30 à 100 cartes, selon Hannah (2005)), même si les jeux de cartes utilisés par divers auteurs comprennent entre 30 et 219 cartes (Martin et Kidwell, 2001 ; Nielsen et Sano, 1994 ; Zimmerman et Akerelrea, 2002).

3.2.2. Procédure de tri

Il existe plusieurs façons de définir comment les participants à une épreuve de tri de cartes doivent s'acquitter de leur tâche. On peut ainsi distinguer les tris *fermés*, dans lesquels les participants doivent répartir les cartes dans des catégories prédéfinies, des tris *ouverts*, où les participants créent leurs propres regroupements (Fincher et Tenenberg, 2005). Une alternative intermédiaire évoquée par Spencer (2009, p. 52) consiste à imposer le critère de catégorisation (par public, par tâche, par étape d'un processus...) et à laisser les participants définir les catégories correspondantes. Les tris ouverts peuvent être effectués suivant un seul critère de classement, ou suivant plusieurs critères à la fois. Dans le premier cas, les participants sont le plus souvent amenés à trier les mêmes cartes plusieurs fois d'affilée, en utilisant à chaque fois un critère différent, jusqu'à ce qu'ils soient à court de critères (Gerrard et Dickinson, 2005 ; Martine et Rugg, 2005). On parle alors de tris *répétés* (ou *itératifs*), par opposition aux tris *uniques*. Enfin, les tris peuvent varier quant au nombre de niveaux d'organisation les structurant (Rugg et McGeorge, 2005), les tris les plus simples n'en comportant qu'un seul (les cartes sont réparties en piles), les plus complexes en comportant plusieurs. Le nombre de niveaux d'organisation peut ou non être imposé aux participants.

Par ailleurs, les épreuves de tri de cartes peuvent être menées seul ou en groupes. Maurer et Warfel (2004) recommandent ainsi de recourir à de petits groupes (typiquement de 3 personnes) afin que les participants discutent entre eux de leurs classifications, atteignent un consensus concernant celles-ci et rendent les catégorisations problématiques explicites. Spencer (2009, p. 54) note à ce sujet que dans bien des cas, la discussion entre participants est aussi informative que le résultat de la tâche. Robertson (2001) considère quant à lui qu'un minimum de quatre personnes est nécessaire pour générer suffisamment de discussion et de désaccord pour rendre l'échange intéressant, des groupes de plus de huit personnes étant selon lui difficilement gérables. Comme le fait remarquer Tullis (2003), le recours à des

tris de groupes rend la technique du tri de cartes similaire à celle de l'élaboration de diagrammes d'affinité (Beyer et Holtzblatt, 1997). Une alternative aux tris de groupes est celle utilisée par Zimmerman et Akerelrea (2002), dont les sujets trient leurs cartes individuellement, puis confrontent leurs tris respectifs afin d'établir un consensus autour d'un tri unifié. Si l'obtention d'un consensus dès le recueil des données peut représenter un gain de temps pour le concepteur cherchant à identifier ou à valider des catégories utilisables dans le site web qu'il développe, elle comporte le désavantage corrélatif de faire perdre aux données la richesse et la variété des représentations des individus (Bisseret *et al.*, 1999).

Il existe aujourd'hui sur le marché plusieurs logiciels et applications web qui permettent de mener des sessions de tri de cartes (ouvert ou fermé) informatisées³. Les caractéristiques des tris que nous avons menés ne nous ont cependant pas permis de recourir à de tels outils (cf. *infra*).

La consigne donnée aux sujets de notre étude était d'effectuer un tri individuel ouvert unique à critères multiples. Il s'agissait pour chacun de trier les 121 cartes suivant le ou les critères de leur choix, et de nommer chacun des regroupements créés, en sachant qu'il n'y avait pas de « bonne » ou « mauvaise » réponse. Les sujets devaient regrouper les cartes en piles (sans restriction quant au nombre de piles), et pouvaient ensuite regrouper les piles en groupes de piles, en ayant recours à autant de niveaux d'organisation qu'ils le souhaitaient (en d'autres mots, une catégorie pouvait en comporter d'autres, plus restreintes). Enfin, ils avaient également la possibilité de dupliquer des cartes s'ils souhaitaient les classer dans des catégories différentes. Certains sujets ont pris l'initiative de ne pas classer certaines cartes.

Nous avons pris le parti de poser peu de contraintes à nos sujets concernant la manière d'organiser leurs tris, et d'aménager les techniques d'analyse des données récoltées en conséquence. En effet, les techniques d'explicitation des connaissances telles que le tri de cartes visent à révéler l'organisation mentale des sujets à propos d'un domaine de connaissance donné. Dans ce cadre, il semble opportun de faire en sorte que le mode de représentation externe de cette organisation (les piles de cartes) puisse refléter certaines des propriétés basiques de l'organisation des représentations mentales des sujets. Les individus possèdent des connaissances sur le monde à tous les niveaux d'abstraction (des concepts les plus abstraits aux plus spécifiques) et à toutes les échelles (de la plus large à la plus petite), suivant une organisation qui peut être décrite en termes de réseaux schématiques (Rumelhart et Norman, 1995). L'instruction de trier les cartes en piles avec un seul niveau de distinction ne permet pas de représenter de telles relations entre les items. Nos piles multiniveaux permettent de représenter les relations entre items de l'information générale (« l'enseignement ») à l'information spécifique (« les horaires des cours de master »), et du niveau le plus large (« le département » dans son ensemble) aux unités plus petites (« les groupes de recherche établis au département »), sans devoir poser *a priori* d'hypothèses concernant le type de

3. Pour une comparaison récente des produits existant, le lecteur se reportera à Boucher (2007).

structure hiérarchique que les piles représentent (elles peuvent représenter à la fois des distinctions d'échelle et d'abstraction) ou sur combien de niveaux elles s'échelonnent.

Upchurch *et al.* (2001) soulignent qu'il est important de clarifier avec le participant le point de vue adopté par celui-ci pour effectuer le tri, et ce avant de commencer. Nous avons dû ainsi faire preuve de vigilance sur ce point avec les secrétaires du département, qui ont l'habitude d'organiser leur travail en fonction de besoins des étudiants et des professeurs, en insistant sur le fait que leur tri devait refléter la manière dont *elles* organiseraient les items pour leurs propres besoins, et non en répondant à une demande qui leur serait faite.

Enfin, le choix a été fait de ne pas exposer *a priori* aux sujets l'objet de l'étude à laquelle ils participaient. L'objectif était d'éviter que les sujets ne cherchent à produire ou reproduire une structure de site web, afin de pouvoir centrer le recueil des données sur leurs représentations relatives à l'organisation du domaine, et non sur leurs représentations du site lui-même. Les travaux relevés dans la littérature (Martine et Rugg, 2005 ; Maurer et Warfel, 2004) proposent, sur cette question de l'information des sujets, des positions contrastées, souvent sans explication précise pour justifier le choix effectué.

4. Analyse des données

Les techniques d'analyse mises en œuvre pour traiter des données de tri de cartes dépendent à la fois de l'objectif poursuivi et des caractéristiques du protocole de recueil de données. Deibel, Anderson et Anderson (2005) ont proposé une typologie des méthodes d'analyse de tris de cartes, comportant quatre types d'approches aux objectifs différents :

- l'approche *structurelle*, purement quantitative, est centrée sur la forme des tris (nombre et taille des catégories) et ignore les noms des catégories, leur contenu et les critères de regroupement. Elle permet d'évaluer la richesse des classifications propres à un individu (quand on compare les différents tris qu'il a générés) ou la variété des classifications au sein d'un échantillon (Fossum et Haller, 2005 ; McCauley *et al.*, 2005),

- l'approche *basée sur les items* (cartes) évalue à quelle fréquence différentes cartes sont placées dans la même catégorie par plusieurs sujets,

- l'approche *catégorielle* repose sur l'examen des noms des catégories structurant une série de tris (sans considérer les cartes placées dans celles-ci), notamment afin d'y identifier les catégories récurrentes,

- l'approche *superordonnée* examine les catégories et les critères utilisés dans plusieurs tris, afin d'effectuer des regroupements de tris reposant sur les mêmes logiques de classement.

Dans le cadre de l'étude présentée ici, nous avons recouru à une combinaison des approches catégorielles et superordonnées dans le cadre d'analyses qualitatives des données recueillies, et de l'approche basée sur les items, impliquant un traitement quantitatif de celles-ci. Cette combinaison nous a permis d'atteindre notre objectif : explorer la manière dont des sujets correspondant à différents profils d'utilisateurs (approche superordonnée) se représentent le domaine de contenu couvert par le site, c'est-à-dire identifier les catégories structurant ce domaine (approche catégorielle), ainsi que le contenu de ces catégories (approche basée sur les items), afin de guider la création de l'architecture de l'information d'un site internet.

Les propriétés des données recueillies ont également eu des conséquences sur les analyses que nous avons menées. Par exemple, nous avons travaillé au départ de tris ouverts, les objectifs de notre étude incluant l'identification des catégories utilisées par les sujets et l'analyse de leur variété. Aussi, l'absence de liste standardisée de catégories commune à tous les sujets (imposée à ceux-ci *a priori* ou abstraite de leurs tris *a posteriori*) nous a empêché d'utiliser des outils d'analyse tels que le modèle Excel élaboré par Lamantia (2003), qui permet d'objectiver la distribution des cartes dans une série de catégories déjà identifiées. De même, la possibilité laissée aux participants de placer les cartes dans plusieurs catégories ne nous a pas permis d'utiliser le modèle Excel proposé par Spencer (2009), qui suppose qu'au sein d'un tri donné, chaque carte appartienne à une seule catégorie.

4.1. *Traitement qualitatif des données*

Très peu de travaux s'intéressent spécifiquement aux méthodes d'analyse qualitative des données issues des tests de tri de cartes. La dimension qualitative mise en avant dans les documents à visée pratique concerne généralement les regroupements de cartes définis par les sujets ainsi que leurs intitulés, comme données de premier plan pour l'architecture du site lui-même.

Les auteurs qui évoquent brièvement la question du mode de traitement de ces données se contentent généralement de souligner la nécessité d'interprétation par un chercheur pour tirer des informations utiles par des méthodes non quantitatives, sans s'attarder sur la manière dont cette action peut être menée systématiquement. Un chercheur, du flair et de la patience, en somme, avec les inconvénients liés au fait de s'en remettre au jugement d'un individu seul. Fincher et Tenenbergh (2005) montrent que les méthodes d'analyse sémantique, non automatisables dans le cas de tris ouverts, sont difficiles, voire impossibles, à mener sur un grand nombre de tris et/ou de catégories. C'est d'ailleurs pour cette raison, soulignent ces auteurs, que sont développés des outils de traitement syntaxique automatisés en vue d'aider le chercheur dans cette tâche. L'expérience que nous avons menée prend le contre-pied de cette posture, en n'utilisant pas le traitement quantitatif en premier recours, mais au contraire en le mobilisant pour valider et affiner ce que notre analyse qualitative aura pu mettre en évidence.

Dans un premier temps, le résultat du classement des cartes effectué par chaque sujet a donc été analysé séparément. L'objectif de cette première étape était, sujet par sujet, de mettre en évidence la logique générale de classement adoptée par chaque individu, quelle que soit la catégorie de public à laquelle il appartient. Pour ce faire, nous avons considéré les regroupements de cartes effectués par le sujet, la hiérarchie établie entre ces groupes et les intitulés attribués à chaque groupe. Les justifications de ces regroupements fournies par les sujets, lorsqu'elles avaient été formulées, ont également été prises en compte. Cette première étape aboutit à un bref descriptif, pour chaque sujet, de la logique de classement des cartes que celui-ci a adoptée ou choisi de mettre en avant.

Dans un deuxième temps, ces logiques individuelles de classement ont été rassemblées et comparées par catégories de publics : futurs étudiants, étudiants et des membres du personnel. L'objectif de cette étape était de relever des logiques communes au sein de chaque catégorie de publics identifiée *a priori*, l'hypothèse étant que chaque catégorie effectuerait un regroupement spécifique, avec sa logique propre, en fonction de sa représentation des éléments de contenu à classer et de son rapport à ceux-ci.

Cette deuxième étape n'a pas permis de révéler une logique homogène propre à chaque catégorie de publics. En revanche, des similarités ont été relevées entre les logiques de classement d'individus appartenant à des catégories de publics différentes. Par exemple, la logique « Institutionnelle » (cf. ci-après) a été adoptée à titre principal par deux membres du personnel académique, un membre du personnel administratif et un étudiant. Les logiques identifiées sont de deux ordres : sur le plan sémantique, les groupes de cartes désignés par des sujets d'une catégorie donnée peuvent suivre une logique qui a également été adoptée par des sujets d'une autre catégorie de public ; sur le plan structurel, nous avons observé que la quasi-totalité des sujets, quel que soit leur public d'appartenance, utilisait une logique de classement à (au moins) deux niveaux, faisant appel à des critères de classement différents pour chacun des niveaux. Par exemple, il s'agissait d'abord de regrouper à un niveau principal les cartes en fonction des publics auxquels les informations pouvaient être destinées. Les sujets créaient ensuite, au sein de ces groupes et à un niveau secondaire, des sous-groupes distingués selon une logique différente, par exemple une logique sémantique interne au contenu. Les logiques adoptées à un niveau principal par certains individus pouvaient se retrouver à un niveau secondaire dans le classement effectué par d'autres.

Les logiques de classement identifiées lors de cette deuxième étape permettent de définir de nouvelles catégories d'individus au sein desquelles chaque sujet peut être placé. Celles-ci ont été définies de sorte à ce qu'elles soient exclusives – à un niveau de classement donné, chaque sujet ne peut se retrouver en même temps que dans une et une seule catégorie. Les catégories identifiant les logiques de classement au sein de notre échantillon étaient les suivantes :

– « Par publics » : c'est un classement par type de public concerné en priorité par le contenu des cartes. Cette logique s'observe chez les sujets regroupant les cartes en fonction de « ce qui concerne les étudiants », « ce qui est utile au personnel », etc.

– « Institutionnelle » : il s'agit de reproduire la logique de l'organisation institutionnelle du département (les niveaux de gestion enseignement et recherche, les unités de recherche, etc.),

– « Par similarité » : les sujets regroupent les cartes suivant une logique sémantique interne au contenu. Par exemple, ils peuvent regrouper ensemble toutes les cartes mentionnant les horaires, ou les conditions d'admission des programmes d'études,

– « Temporelle » : les informations sont regroupées suivant une succession temporelle logique. Ce cas de figure a été assez peu observé dans notre échantillon, et concerne des sujets ayant classé les cartes suivant une logique du type : « ce qui est utile avant les études, pendant les études et après les études ».

4.2 Traitement quantitatif des données

Dans un troisième temps, les catégories identifiées au point précédent ont servi de base à un traitement quantitatif des données recueillies. Celui-ci visait à objectiver la structuration interne des tris élaborés par les sujets appartenant à ces catégories. Là où d'autres études recourant au tri de cartes ont tenté d'articuler des traitements qualitatifs et quantitatifs des données, cette combinaison a le plus souvent consisté en l'utilisation du traitement quantitatif pour identifier des regroupements potentiellement intéressants, pouvant faire l'objet d'une analyse qualitative subséquente (Deibel *et al.*, 2005). Notre approche repose sur l'articulation inverse : elle recourt à l'analyse qualitative afin de délimiter des groupes de tris pouvant faire l'objet d'un traitement quantitatif.

Les mesures et techniques statistiques disponibles pour les données de tri de cartes peuvent être réparties en deux catégories, en fonction du fait que l'on cherche à comparer les tris dans leur ensemble, ou la répartition des cartes au sein de ceux-ci.

4.2.1. Identification de groupes récurrents

La première catégorie de techniques permet d'identifier les regroupements de cartes récurrents au sein d'une collection de tris, ainsi que leurs contenus. Ces techniques reposent sur le calcul de la similarité entre cartes considérées par paires.

4.2.1.1. Calcul des scores de similarité

La similarité correspond à la fréquence à laquelle deux cartes données sont classées dans la ou les même(s) catégories au sein des tris analysés, et peut être calculée de plusieurs façons, dépendant en partie du protocole de recueil de données. Le plus souvent, elle prend la forme d'une mesure bornée entre 0 (absence de similarité : les deux cartes ne sont jamais présentes dans la même pile) et 1

(similarité maximale : les deux cartes sont toujours classées dans la même pile). Alternativement, pour les besoins de l'analyse statistique (cf. *infra*), les relations entre cartes peuvent être évaluées en termes de distance, une mesure inversement proportionnelle à celle de similarité. Hudson (2005) suggère de compléter la catégorisation des cartes dans les piles par un score de « qualité d'adéquation » assigné par le participant à chaque carte, afin de décrire à quel point la carte a sa place dans la pile (de raisonnablement = 1 à parfaitement = 3). Ce score peut alors intervenir dans le calcul de la similarité entre cartes.

Les scores de similarité calculés pour chaque paire de cartes possible dans la série de cartes triées par les sujets sont réunis dans une matrice de similarité de taille $n * n$, où n équivaut au nombre de cartes triées. Pour toute paire de cartes $[i, j]$, la cellule de la matrice correspondant à la $i^{\text{ème}}$ ligne de la $j^{\text{ème}}$ colonne contient le score de similarité entre i et j .

Le calcul de la similarité est le plus simple dans le cas des tris ne comportant qu'un niveau d'organisation (les sujets répartissent les cartes en piles, sans effectuer plus de regroupements). Pour chaque paire de cartes dans un tri donné, elle correspond alors à une variable dichotomique, prenant pour valeur 1 si les deux cartes ont été placées dans la même pile, et 0 dans le cas inverse. Pour obtenir la matrice de similarité d'une série de tris de ce type, on effectue la moyenne arithmétique des matrices de tris individuels, la valeur de chaque cellule de la matrice finale correspondant à la somme des valeurs des cellules correspondantes dans les matrices des tris individuels, divisée par le nombre de tris.

Dans le cas de tris répétés, des matrices intermédiaires, calculant les scores de similarités moyens pour les tris de chaque sujet pris isolément, peuvent être calculées (Martine et Rugg, 2005), afin d'assurer à chaque sujet une pondération équivalente dans la matrice finale (en l'absence de cette étape supplémentaire, les sujets ayant produit plus de tris différents y obtiendraient un poids supérieur aux autres).

Dans le cas des tris comptant deux niveaux d'organisation (piles de cartes rassemblées en groupes de piles), Tullis (2003) propose de coder la distance entre cartes de la façon suivante : la distance entre cartes classées dans la même pile est de 0, celle entre cartes présentes dans le même groupe de piles de 1, et celle entre cartes de groupes différents de 2. Cette solution peut être extrapolée aux tris à n niveaux d'organisation, pour autant que n soit équivalent pour tous les tris recueillis. Dans le cas inverse, la distance entre deux cartes appartenant à des groupes du plus haut niveau d'organisation dépendrait du nombre de niveaux structurant le tri.

Le traitement quantitatif des données recueillies dans le cadre de notre étude a nécessité un codage des similarités entre cartes plus complexe, étant donné les propriétés des tris produits par nos sujets : nombre de niveaux d'organisation variable d'un tri à l'autre, cartes pouvant être classées à tous les niveaux d'organisation, classement multiple et non-classement de certaines cartes. La solution retenue a été d'utiliser le coefficient de communauté de Jaccard (Capra, 2005 ; Jaccard, 1912), calculé à partir de la formule suivante :

$$J = \frac{\text{intersection}}{\text{union}} = \frac{a}{a + b + c}$$

où a correspond au nombre de catégories contenant les deux cartes d’une paire donnée, et b et c correspondent au nombre de catégories ne contenant respectivement que la première et que la seconde carte. En bref, il s’agit de calculer la proportion des catégories comprenant les deux cartes (intersection) par rapport à l’ensemble des catégories comprenant une ou les deux cartes (union). Prenons un exemple issu de nos données. Le sujet ETU5 a classé les trois cartes suivantes :

No	Intitulé	Catégories (noms donnés par le sujet)
12	« Collaborations de recherche »	2. « Recherche, assistantat = après les études en restant dans le département » 2.3 « La recherche en général »
50	« Horaire des examens de Master »	3. « Ce qui concerne les étudiants » 3.1. « Informations pour les étudiants » 3.1.1 « Examens »
51	« Horaire des cours de Master »	3. « Ce qui concerne les étudiants » 3.1. « Informations pour les étudiants » 3.1.2 « Horaires de cours »

Tableau 1. Numéros, intitulés et catégories des cartes 12, 50 et 51 telles que classées par ETU5

La carte 12 fait partie de deux catégories (2 et 2.3). Les cartes 50 et 51 font partie de trois catégories (3, 3.1, et respectivement 3.1.1 et 3.1.2). La carte 12 n’a aucune catégorie commune avec les cartes 50 et 51, qui partagent deux catégories sur quatre. Si l’on calcule le coefficient de Jaccard pour les paires [12;50] et [50;51], on obtient :

$$J_{12;50} = \frac{0}{0 + 2 + 3} = 0 \qquad J_{50;51} = \frac{2}{2 + 1 + 1} = 0,5$$

	Carte 12	Carte 50	Carte 51
Carte 12	1		
Carte 50	0	1	
Carte 51	0	0,5	1

Tableau 2. Matrice de similarité (partielle) pour les cartes 12, 50 et 51 telles que classées par ETU5

Ce mode de calcul présente l’avantage d’offrir une mesure bornée entre 0 (similarité minimale) et 1 (similarité maximale), applicable aux tris comportant des catégories emboîtées, des cartes classées dans plusieurs catégories, et des cartes non classées.

L'utilisation du coefficient de Jaccard pour les données de tri de cartes a été proposée par Capra (2005), dans le cadre du traitement de tris de 70 recommandations en matière d'utilisabilité des interfaces logicielles par huit praticiens du domaine, qui ont généré un total de 77 catégories et sous-catégories pour les classer. Capra a calculé les coefficients de Jaccard sur base de ces 77 catégories prises dans leur ensemble, et non pour chaque tri individuel. Etant donné la variance élevée du nombre de niveaux d'organisation dans les tris que nous avons recueillis ($N \in [1;9]$), nous avons calculé ces mêmes coefficients pour chaque tri individuel, avant de générer des matrices moyennes par groupe de sujets. La solution de Capra aurait été équivalente à accorder un poids supérieur aux sujets ayant établi des classifications aux nombreux niveaux d'organisation dans le calcul des coefficients.

Nous avons généré les matrices de similarité des tris individuels à l'aide d'un script PHP écrit pour l'occasion, au départ d'une exportation au format CSV de l'encodage de ces tris dans Excel, mettant en vis-à-vis le numéro et l'intitulé de chaque carte avec le numéro de la catégorie à laquelle elle appartenait (par exemple « 3.1.2 » pour la carte 51 dans le tri d'ETU5 cité précédemment, une telle notation permettant d'extraire de façon automatisée les différentes catégories emboîtées accueillant la carte, soit ici : « 3 », « 3.1 » et « 3.1.2 »). Le même script PHP a également généré les matrices moyennes pour l'ensemble de notre échantillon et pour chacun des trois groupes de sujets recourant à une logique de classement de haut niveau différente, identifiée par l'analyse qualitative des tris : logique institutionnelle, par similarité et par publics⁴.

Enfin, le script a converti chacune de ces matrices en matrice de distance, en remplaçant la valeur J de chaque cellule par la valeur inverse $(1 - J)$, de sorte que les scores expriment la distance entre cartes, afin de pouvoir faire l'objet d'une analyse de regroupements hiérarchiques (cf. *infra*).

4.2.1.2 Traitement des matrices de distance

Les matrices de similarité ou de distance peuvent faire l'objet de plusieurs types de traitements, parmi lesquels on peut citer l'échelonnement multidimensionnel (*multidimensional scaling*), l'analyse des regroupements hiérarchiques (*hierarchical cluster analysis*), et l'analyse factorielle des correspondances (*factor analysis*)⁵. Ces trois méthodes ont pour objet d'identifier des groupes de cartes caractérisées par une faible distance les séparant dans les données des matrices générées à l'étape précédente.

4. La logique temporelle n'ayant été utilisée au niveau d'organisation principal que par un seul sujet, le tri de celui-ci n'a pas fait l'objet d'un traitement quantitatif.

5. Pour une présentation introductive des avantages et inconvénients respectifs des deux premières techniques, ainsi que de ceux du regroupement suivant l'algorithme K-means, on se reportera à Spencer (2009, p. 127-141).

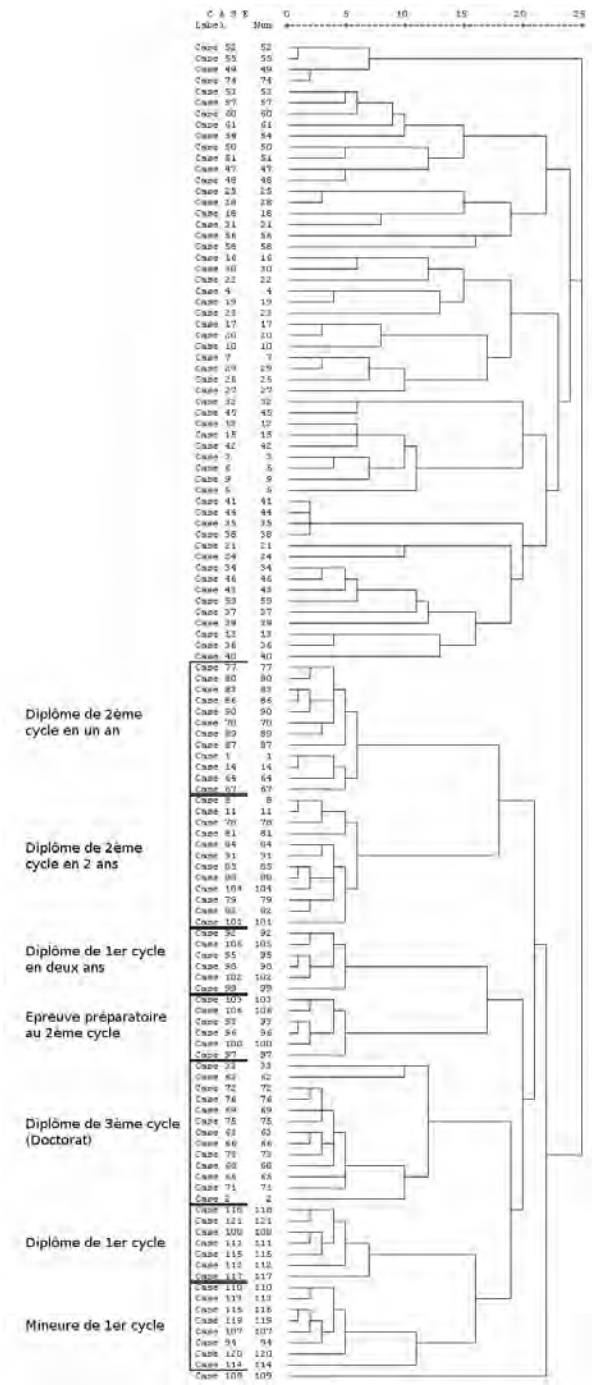


Figure 1. Dendrogramme des tris recourant au classement par similarité

L'*échelonnement multidimensionnel* a été utilisé par Tullis (2003) dans le cadre du redesign d'un intranet. Cette technique permet de générer une représentation cartographique en deux dimensions reflétant les distances moyennes entre cartes (chaque carte correspondant à un point), de sorte à pouvoir visualiser des groupes de cartes « proches » susceptibles d'apparaître dans la même catégorie du site web en cours de conception.

L'*analyse des regroupements hiérarchiques* est la technique statistique la plus communément utilisée pour traiter des données de tri de cartes. C'est celle à laquelle nous avons recouru pour traiter nos matrices de distances, à l'aide du logiciel SPSS.

Cette analyse est dite hiérarchique car elle identifie des groupes de cas sur base de groupes précédemment établis, soit de façon agrégative, soit de façon divisive. Le regroupement agrégatif considère chaque cas (ici, chaque carte) comme son propre groupe, ou *cluster*, puis regroupe les cas séparés par la plus faible distance en clusters agrégés. Ces *clusters* sont ensuite progressivement regroupés entre eux suivant le même principe, jusqu'à ne plus former qu'un *cluster* global. L'approche divisive fonctionne suivant le principe inverse, partant du *cluster* formé par tous les cas pour le séparer en clusters plus petits en fonction des distances entre cas.

Pour le traitement de nos données, nous avons opté pour le regroupement agrégatif avec liaison moyenne entre groupes (*average linkage between groups*), dans lequel la distance entre *clusters* utilisée pour effectuer les regroupements à chaque étape du calcul est une distance moyenne calculée sur base de la position des différents cas composant les *clusters* concernés.

L'analyse des regroupements hiérarchiques produit une représentation arborescente de ses résultats appelée dendrogramme (figure 1), figurant l'ordre dans lequel les regroupements de cas ont été opérés. Chaque branche de l'arborescence correspond à un *cluster*. Les cas sont listés en ordonnée, dans un ordre qui est fonction de leur regroupement. L'axe des abscisses représente la distance entre les cas ou les clusters : plus le point où se rejoignent deux branches de l'arborescence est distant de l'origine, plus les deux clusters concernés sont distants.

L'identification de groupes de cartes distincts sur base d'un dendrogramme nécessite un choix dans le chef de l'analyste, correspondant au seuil de distance entre groupes auquel on décide d'opérer la séparation. Pour déterminer le nombre de clusters séparés par une distance donnée, on trace une droite verticale partant de l'axe des abscisses à la valeur du seuil choisi. Chaque branche du dendrogramme croisant ladite droite correspond alors à un *cluster*. L'exemple donné par la figure 1 représente un cas intéressant à cet égard, puisqu'il comprend deux branches principales au sein desquelles la séparation des clusters n'est pas également aisée. Dans la branche inférieure, on observe une série d'embranchements de bas niveau (agregés à une distance inférieure à 7) se rejoignant à un seuil de distance élevé, ce qui correspond à une série de groupes à haute cohésion interne relativement distants les uns des autres. Une droite verticale tracée à une distance de 15 délimiterait ainsi huit groupes de cartes. Dans la branche supérieure, les regroupements s'échelonnent

de façon régulière sur toute la longueur de l'axe des abscisses, témoignant d'une situation dans laquelle aucun groupe ne se démarque clairement du reste de l'embranchement.

L'*analyse factorielle des correspondances* (AFC) a été proposée par Capra (2005) comme une alternative à l'analyse des regroupements hiérarchiques pour le traitement de données de tris de cartes. Le principal avantage du recours à l'analyse factorielle dans un tel contexte est qu'elle permet de définir des groupes de cartes se chevauchant (certaines cartes appartenant à plusieurs groupes), dans la mesure où une même carte peut contribuer à plusieurs des facteurs identifiés par l'analyse. Ceci est intéressant dans le contexte de la conception de sites internet, un site donné pouvant faire figurer une même page dans plusieurs sections. Cependant, l'AFC présente une limite par rapport à l'analyse des regroupements hiérarchiques : elle ne permet d'identifier des regroupements qu'à un seul niveau hiérarchique. C'est pour cette raison que nous avons décidé de ne pas l'utiliser dans le cadre de l'analyse de nos données.

4.2.2 Comparaison structurelle des tris

La seconde catégorie de techniques de traitement quantitatif applicables aux données de tris de cartes concerne les méthodes permettant de comparer des séries de tris d'un point de vue structurel (cf. *supra*), afin d'évaluer la similarité ou la variabilité entre tris.

Plusieurs des outils statistiques de ce type reposent sur la mesure de la distance d'édition entre tris (Deibel *et al.*, 2005), correspondant au nombre de cartes devant être déplacées pour convertir un tri donné en un autre. Par exemple, le NMST (*Normalized Minimum Spanning Tree* — Fossum et Haller, 2005 ; McCauley *et al.*, 2005) fournit une mesure de ce type pour une collection de tris, mesurant l'orthogonalité des tris entre eux, c'est-à-dire le degré auquel ceux-ci représentent différentes formes de catégorisation : plus les tris sont différents (en termes de distance d'édition), plus le NMST sera élevé.

Une autre méthode de comparaison structurelle a été élaborée par Ewing *et al.* (2002), sous-tendue par un modèle shannonien des systèmes d'information. Celle-ci est conçue non plus pour comparer des tris individuels, mais pour mesurer quantitativement le décalage informationnel entre différents dendrogrammes représentant le même domaine. L'usage qu'en font Ewing *et al.* leur permet de quantifier les différences de conception d'un ensemble de descripteurs de patients et d'actions cliniques dans le chef de différentes catégories de personnel médical (infirmiers et docteurs juniors et seniors), au départ de l'analyse des dendrogrammes issus des tris de cartes menés avec chaque catégorie de personnel. Cette technique peut s'avérer intéressante pour confirmer l'hétérogénéité des représentations de différentes catégories d'utilisateurs, et la nécessité d'intégrer ces différentes représentations dans la conception d'un site internet ou une ressource documentaire.

5. Interprétation des résultats

Les données traitées nécessitent encore un travail d'interprétation de la part du chercheur ou du praticien en vue de passer de la connaissance qu'il aura acquise des représentations mentales de son public à l'architecture du système ou document à concevoir. Dans une perspective de conception, l'objectif du tri de cartes n'est pas d'identifier l'appartenance de chaque carte à une catégorie définie. Comme nous l'avons souligné, il s'agit de mettre au jour la manière dont les sujets se représentent le domaine de contenu traité, en montrant notamment les convergences entre les sujets, mais également leurs divergences (par exemple) en fonction de leur appartenance à une catégorie particulière de public (les étudiants, les femmes, les clients...).

Le point de départ de l'interprétation des résultats tient dans la lecture des dendrogrammes générés par l'analyse décrite aux sections précédentes, qui permettra d'identifier des groupements pouvant informer la conception de l'architecture d'information d'un système ou d'une ressource documentaire. Comme on a pu le voir, l'identification de ces regroupements consiste à choisir à quel niveau de distance entre branches du dendrogramme on estime qu'il y a lieu d'effectuer des distinctions. Ce choix se heurte parfois à une difficulté, mise en exergue précédemment : certaines branches des dendrogrammes analysés ne permettent pas de distinguer des *clusters* bien délimités. Les résultats de nos analyses comportent ainsi des branches que l'on peut qualifier de « nettes », au sein desquelles les regroupements à distinguer apparaissent clairement, et d'autres branches « floues », au sein desquelles les distinctions sont difficiles à établir (cf. l'exemple illustré par la figure 1).

L'un des avantages de la combinaison des approches qualitative et quantitative telle que nous l'avons proposée précédemment apparaît lorsque l'on compare le dendrogramme issu de l'analyse de l'ensemble de nos données (tous sujets confondus) à ceux représentant chacun un groupe de sujets distincts. La séparation par groupes de sujets adoptant une même logique de classement au niveau d'organisation principal permet en effet d'accroître la part du jeu de cartes structuré dans des branches « nettes », au sein desquelles des regroupements indépendants se détachent distinctement. En effet, en regroupant les sujets présentant une logique de classement global proche, on s'assure de rendre les niveaux hiérarchiques inférieurs des dendrogrammes produits par l'analyse par *clusters* plus nets, puisque l'on accroît le degré d'accord inter-sujet sur les niveaux supérieurs.

En outre, l'examen comparé des dendrogrammes des différents groupes de sujets a fait apparaître certains *clusters* de bas niveau communs à plusieurs groupes, même si ceux-ci se trouvent englobés dans des catégories superordonnées différentes d'un groupe à l'autre. Ainsi en va-t-il de certaines informations relatives aux programmes d'enseignement gérés par le département universitaire déjà évoqué (conditions d'admission, objectifs, structure... pour chaque programme), faisant l'objet d'un regroupement systématique par programme, et non par type d'information (ces regroupements par programme d'étude apparaissent par exemple dans la moitié inférieure de la figure 1). De tels résultats permettent de justifier certains choix de

conception (« doit-on regrouper les conditions d'admission de tous les programmes dans une seule rubrique, ou créer une rubrique par programme contenant les informations qui lui sont relatives ? »).

Cependant, un travail d'interprétation des données est toujours nécessaire après l'identification des catégories et la compréhension du mode de raisonnement, en particulier lorsque les zones de flou identifiées par l'analyse sont nombreuses ou recouvrent des plages importantes des items à intégrer. Dans ce cas, il peut être utile d'approfondir l'analyse, au moins pour investiguer les zones problématiques. La combinaison d'analyses qualitative et quantitative des données que nous avons proposée permet, potentiellement, de le faire en traitant les données à différents niveaux. Les regroupements validés à un niveau de classement général peuvent être affinés en répétant une (ou plusieurs) « boucle(s) » de traitement. Il s'agirait d'abord, en partant des résultats obtenus par le processus quali-quantitatif, de formuler une hypothèse portant sur la distinction de logiques de classement plus spécifiques. Ensuite, comme lors du premier traitement, cette hypothèse peut être confrontée aux classements des cartes effectués par chaque individu (les tris individuels). Enfin, les nouvelles catégories ainsi définies peuvent faire l'objet d'une validation par traitement quantitatif, et ainsi de suite, jusqu'à obtenir le niveau de précision requis. Précisons toutefois que pour avoir une signification, cet approfondissement de l'analyse des données ne peut s'envisager qu'avec un nombre suffisant d'observations (pour éviter de désagréger les données observées en cas individuels – le contraire de ce que l'on cherche à mettre en évidence) effectuées sur un nombre suffisant de cartes (car si des *clusters* significatifs n'ont pu être mis en évidence sur un nombre très limité de cartes, il est peu probable de pouvoir le faire en procédant à une analyse de second niveau).

6. Conclusion

Comme nous l'avons montré dans cette contribution méthodologique, l'analyse des données issues des sessions de tri de cartes permet de mettre en évidence des regroupements partagés par les sujets et des ensembles de contenus moins bien définis. Les résultats de l'analyse servent de base pour élaborer la structure du site à construire, celle-ci ne pouvant se contenter de reproduire la structure établie par les sujets (Spencer, 2009, p. 145-150). Il peut en effet y avoir des divergences entre les sujets, on peut constater que les catégorisations identifiées ne conviennent pas à tous les types de publics (la structure à adopter sera donc à moduler en fonction du public visé), et le concepteur doit souvent prendre en compte des contraintes stratégiques de communication externes aux représentations du public. Ces représentations, même objectivées, ne constituent pas en soi une stratégie de communication.

Les limites de l'étude que nous avons présentée précédemment à titre illustratif mettent par ailleurs en avant une difficulté inhérente à l'utilisation du tri de cartes à des fins de conception : celle de la validation de ses résultats. Il s'agit d'un problème complexe, dans la mesure où ces résultats ne sont qu'une source de données parmi

plusieurs guidant le concepteur dans l'élaboration de l'architecture d'information qu'il doit mettre en place. Qui plus est, la validation de ces résultats (par exemple en termes de gain d'utilisabilité de l'architecture qu'ils ont contribué à concevoir) n'est pas la validation des choix méthodologiques opérés parmi les alternatives disponibles. Un tel processus de validation systématique, nécessitant la mise en œuvre concurrente de plusieurs méthodes alternatives visant à en comparer les résultats, dépasse en réalité le projet de cet article.

In fine, les conclusions à tirer des données issues de tests de tri de cartes dépendent des objectifs poursuivis par le document interactif ou numérique à produire. Le concepteur devra poser des choix dans lesquels entrent en compte des éléments externes aux données, tels que les objectifs stratégiques, une éventuelle priorité entre publics ou objectifs, les moyens disponibles, etc.

7. Bibliographie

- Beyer H., Holtzblatt K., *Contextual Design: A Customer-Centered Approach to Systems Designs*, Interactive Technologies (1st éd.), San Francisco, CA, Morgan Kaufmann, 1997.
- Bisseret A., Sebillotte S., Falzon P., *Techniques pratiques pour l'étude des activités expertes*, Collection Travail, Toulouse, Editions Octarès, 1999.
- Boucher A., « La méthode du tri de cartes pour organiser un site », *Ergonomie web: pour des sites web efficaces*, Paris, Eyrolles, 2007, p. 333-351.
- Brinck T., Gergle D., Wood S., D., *Usability for the Web. Designing Web sites that work*, San Francisco, CA, Morgan Kaufmann, 2001.
- Capra M.G., "Factor analysis of card sorting data: an alternative to hierarchical cluster analysis", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 49th Annual Meeting*, 2005, p. 691-695.
- Deibel K., Anderson R., Anderson R., "Using edit distance to analyze card sorts", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 129-138. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00304.x.
- Ewing G., Logie R., Hunter J., McIntosh N., Rudkin S., Freer Y., *et al.*, "A New Measure Summarising 'Information' Conveyed in CLuster Analysis of Card-Sort Data", P. Lucas, L. Asker, S. Miksch (Éd.), *Proceedings of the 7th Workshop on Intelligent Data Analysis in Medicine and Pharmacology (IDAMAP 2002)* 2002, p. 25-29. European Coordinating Committee on Artificial Intelligence (ECCAI). <http://www.csd.abdn.ac.uk/~jhunter/publications/02idamap.pdf>.
- Fincher S., Tenenberg J., "Making Sense of card sorting data", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 89-93. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00299.x.
- Fossum T., Haller S., "Measuring card sort orthogonality", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 139-146. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00305.x.
- Gerrard S., Dickinson J., "Women's working wardrobes: a study using card sorts", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 108-114. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00301.x.

- Hannah S., "Sorting Out Card Sorting : Comparing Methods for Information Architects, usability Specialists, and Other Practitioners", *Applied Information Management Program Capstone Report*, Eugene, OR, University of Oregon, 2005.
- Hudson W., "Playing your cards right: getting the most from card sorting for navigation design", *Interactions*, 12, 2005, p. 56-58. doi: 10.1145/1082369.1082410.
- Jaccard P., "The distribution of flora in the alpine zone", *The New Phytologist*, vol. 11, n° 2, 1912, p. 37-50.
- Lamantia J., Analyzing Card Sort Results with a Spreadsheet Template. *Boxes and Arrows*, 2003. http://www.boxesandarrows.com/archives/analyzing_card_sort_results_with_a_spreadsheet_template.php.
- Martin S., Kidwell D. K., "A case study in cluster analysis for intranet organization", *Proceedings of the 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology*, Washington, D.C., USA: IEEE Computer Society, 2001, p. 57-64.
- Martine G., Rugg G., "That site looks 88.46% familiar: quantifying similarity of Web page design", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 115-120. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00302.x.
- Maurer D., Warfel T., "Card sorting: a definite guide", *Boxes and Arrows*, 2004. http://www.boxesandarrows.com/view/card_sorting_a_definitive_guide.
- McCauley R., Murphy L., Haller S., Zander C., "What do successful computer science students know? An integrative analysis using card sort measures and content analysis to evaluate graduating students' knowledge of programming concepts", *Expert Systems*, 22, 2005. p. 147-159. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00306.x.
- Nielsen J., "Card Sorting: How Many Users to Test", *useit.com*, 2004. <http://www.useit.com/alertbox/20040719.html>
- Nielsen J., Sano D., "Design of SunWeb: Sun Microsystems intranet", *useit.com*, 1994. <http://www.useit.com/papers/sunweb/>.
- Pearrow M., *Web site usability handbook* (2nd edition.), Boston, Ma: Charles River Media, 2006.
- Robertson J., "Information Design Using Card Sorting", *Step Two Design Pty Ltd*, 2001. <http://www.steptwo.com.au/papers/cardsorting/pdf/cardsorting.pdf>
- Rugg G., McGeorge P., "The sorting techniques: a tutorial paper on card sorts, picture sorts and item sorts", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 94-107. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00300.x.
- Rumelhart D., Norman D. A., « Les schémas », *La Psychologie - Textes essentiels*, J. Le Ny et M. Gineste (ed.), Paris, Larousse, 1995, p. 308-318.
- Sanders K., Fincher S., Bouvier D., Lewandowski G., Morrison B., Murphy L., *et al.*, "A multi-institutional multinational study of programming concepts using card sort data", *Expert Systems*, 22, 2005, p. 121-128. doi: 10.1111/j.1468-0394.2005.00303.x.
- Sebillotte S., Les actions et les concepts généraux d'activités dans l'utilisation d'appareils domestiques. Rapport de recherche, Le Chesnay, France, INRIA, 1990.

- Sinha R. R., "Beyond Card-Sorting: Free-Listing Methods to Explore User Categorization", *Boxes and Arrows*, 2003. <http://www.rashmisinha.com/articles/freelisting.html>.
- Spencer D., *Card Sorting: Designing Usable Categories*, Brooklyn, NY, Rosenfeld Media, LLC, 2009. <http://rosenfeldmedia.com/books/cardsorting/>
- Tullis T., "Using card-sorting techniques to organize your intranet", *Journal of Intranet Strategy and Management*, 1, 2003, p. 5-8.
- Tullis T., Wood L., "How Many Users Are Enough for a Card-Sorting Study?", *Proceedings of the Usability Professionals Association 2004 Conference*, 2004, p. 5. <http://home.comcast.net/~tomtullis/publications/UPA2004CardSorting.pdf>.
- Upchurch L., Rugg G., Kitchenham B., "Using card sorts to elicit web page quality attributes", *IEEE Software*, 18, 2001, p. 84-89. doi: 10.1109/MS.2001.936222.
- Van Duyne D. K., Landay J. A., Hong J. I., *The design of sites*, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2007.
- Zimmerman D. E., Akerelrea C., "A group card sorting methodology for developing informational web sites", *Proceedings of the 2002 IEEE Professional Communications Conference*, Washington, DC, IEEE Computer Society, 2002, p. 437-445. doi: 10.1109/IPCC.2002.1049127.